



РОСКОСМОС



**РЕШЕТНЕВ**

АО «ИСС»

# НИЗКООРБИТАЛЬНАЯ МНОГОСПУТНИКОВАЯ СИСТЕМА ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ «МАРАФОН ЮТ»


ОПЕРЕЖАЮЩИЕ РАБОТЫ С ЦЕЛЬЮ СОЗДАНИЯ ЗАДЕЛА  
ДЛЯ СВОЕВРЕМЕННОГО ВЫПОЛНЕНИЯ АВАНПРОЕКТА



02 ноября 2020 г.



В интересах создания космических комплексов для новых сегментов рынка спутниковой связи и формирования предложений и мероприятий по созданию низкоорбитальной многоспутниковой системы передачи данных «Марафон IoT» с целевой функцией интернета вещей, как составной части подпрограммы «СФЕРА» государственной программы Российской Федерации «Космическая деятельность России», АО «ИСС» приступило к реализации опережающих работ с целью своевременного выполнения аванпроекта ОКР «Создание низкоорбитальной многоспутниковой системы передачи данных «Марафон IoT» в интересах Государственной корпорации «Роскосмос»

  
Акционерное общество  
«ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПУТНИКОВЫЕ СИСТЕМЫ» имени академика М.Ф. Решетнёва

**ПРИКАЗ**  
ГЕНЕРАЛЬНОГО ДИРЕКТОРА


«24» 07 2020 г. № 2843

Содержание: об организации работ по аванпроекту низкоорбитальной многоспутниковой системы передачи данных IoT

В связи с планируемым заключением договора на выполнение ОКР «Создание низкоорбитальной многоспутниковой системы передачи данных IoT» в интересах Государственной корпорации «Роскосмос», учитывая сжатые сроки выполнения ОКР, для организации опережающих работ с целью своевременного выполнения аванпроекта, –

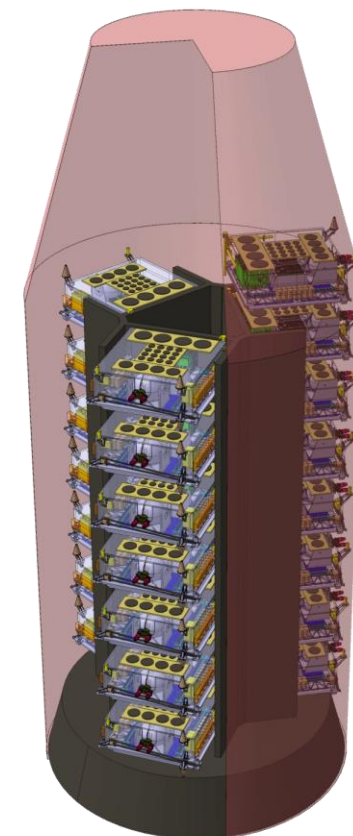
**ПРИКАЗЫВАЮ:**

- Начальнику отдела 770 А.А. Стырану открыть тему 540 на выполнение аванпроекта.  
Срок: 22.07.2020
- Назначить ведущего менеджера управления 760 Д.В. Степанова руководителем проекта, возложив на него функции по организации и контролю выполнения аванпроекта, а также по оформлению планируемого к заключению договора на выполнение ОКР «Создание низкоорбитальной многоспутниковой системы передачи данных IoT».
- Назначить научным руководителем аванпроекта начальника управления 155 П.В. Семкина.
- Назначить ведущим конструктором аванпроекта ведущего конструктора управления 155 А.В. Канелько.
- Ведущему конструктору выпустить предварительный план-проспект аванпроекта с включением краткого содержания книг ПЗ.  
Срок: 30.07.2020
- Руководителю проекта утвердить состав проектного офиса для выполнения аванпроекта.  
Срок: 05.08.2020
- Руководителю проекта совместно с ведущим конструктором выпустить, согласно установленному в Обществе порядку, рабочий план по теме 540 на выполнение аванпроекта и внести данные в АСУ ФЭЗ.  
Срок: 06.08.2020
- Ведущему конструктору выпустить предварительные ИД на выполнение работ аванпроекта. ИД утверждаются руководителем проекта, согласовываются научным руководителем и всеми членами проектного офиса.  
Срок: 06.08.2020
- Научному руководителю и ведущему конструктору обеспечить научное и техническое руководство для своевременного и качественного выполнения работ по выпуску аванпроекта.
- Руководителю проекта совместно с ведущим конструктором с целью безусловного выполнения аванпроекта подготовить и согласовать с отделом 770 ТЭО приобретения необходимой экспериментальной аппаратуры.  
Срок: 14.08.2020
- Начальнику УМТО В.И. Власенко по заявке, согласованной руководителем проекта, обеспечить поставку необходимой экспериментальной аппаратуры.
- Начальнику управления 760 В.С. Добряеву обеспечить включение работ по теме 540 в программу работ АО «ИСС».
- Руководителю проекта обеспечить при заключении договора на выполнение ОКР «Создание низкоорбитальной многоспутниковой системы передачи данных IoT» в интересах Государственной корпорации «Роскосмос» начало работ АО «ИСС» с 27.07.2020.
- Контроль выполнения приказа возложить на заместителя генерального директора – заместителя генерального конструктора по развитию и инновациям Ю.В. Вилкова.
- Пункты 1, 5, 6, 7, 8, 10 приказа поставить на АКИД.

И.о. генерального директора  Ю.Г. Выгонский

# ХАРАКТЕРИСТИКИ ОРБИТАЛЬНОЙ ГРУППИРОВКИ ТРЕБОВАНИЯ К РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОМУ КОМПЛЕКСУ

Характеристика	Значение
Тип орбиты	круговая
Количество аппаратов в ОГ	264 (включая 12 резервных КА, один КА в каждой плоскости)
Высота орбиты, км	750
Количество орбитальных плоскостей	12
Наклонение орбитальных плоскостей	87.2°
Продолжительность витка	5984,76 с (99,746 мин.)
Максимальная продолжительность тени	35 минут



Средства РКК должны обеспечивать групповой (пакетный) запуск в составе **22 КА** (из расчета до **50 кг** один КА) в одну орбитальную плоскость с наклонением **87.2** градуса и высоте **700-750 км** (уточняется в аванпроекте и на этапе ЭП)

## Примечания

1. Точность выведения КА на заданную орбиту должны быть  $\pm 5$  км по высоте,  $\pm 3$  с по периоду обращения, 0.05 град. по наклонению,  $\pm 0.05$  град. для восходящего узла (уточняется в аванпроекте)
2. РКК должен обеспечивать возможность запуска отдельного КА для восполнения ОГ после 2 месяцев с момента получения уведомления

## Рассматриваемые средства выведения

РН «Ангара-1.2» (РФ)

РН «Союз-2» (этапов 1а, 1б)

Перспективные РН РФ легкого класса

РН Vega (ЕС)

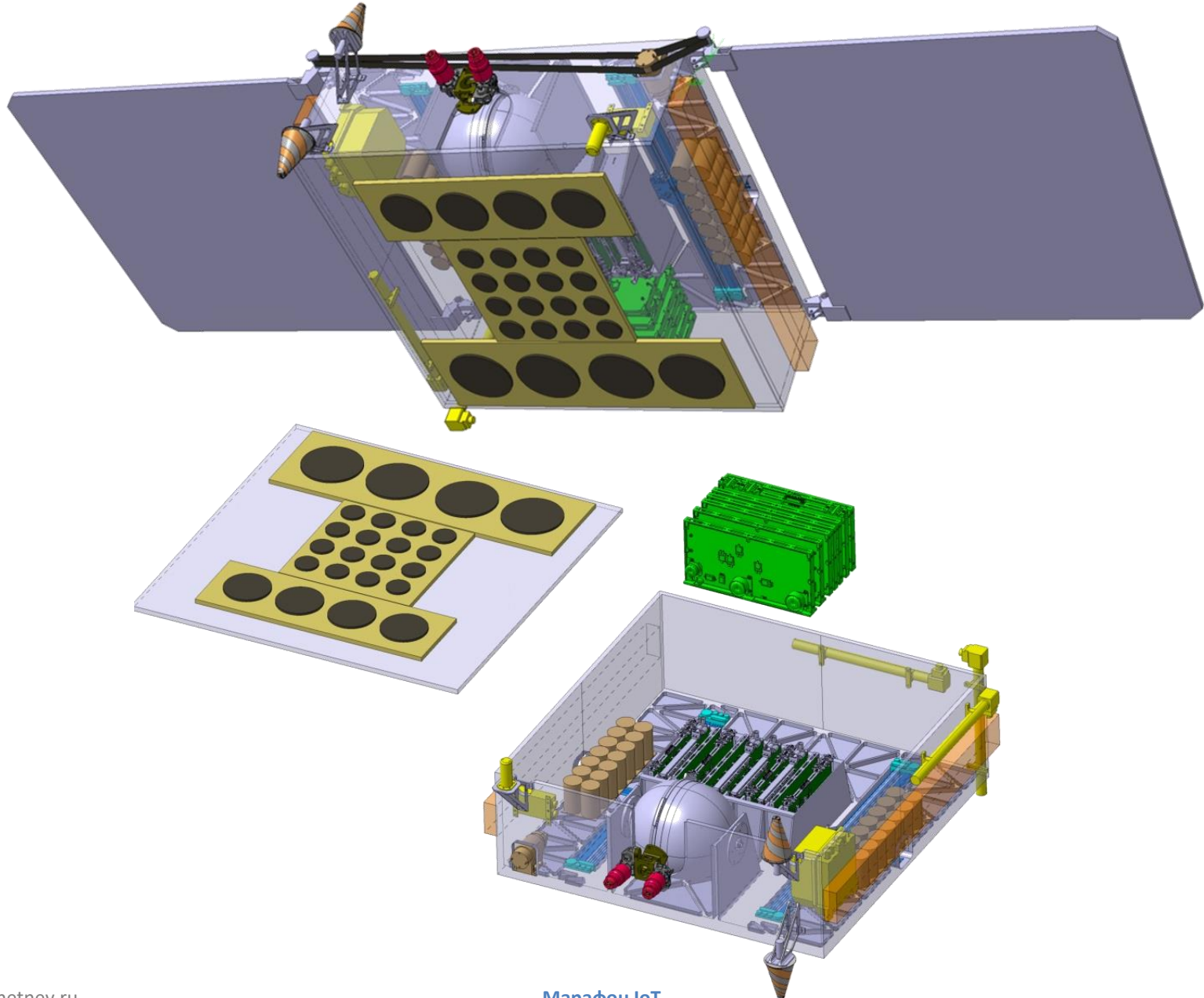
РН GSLV (Индия)

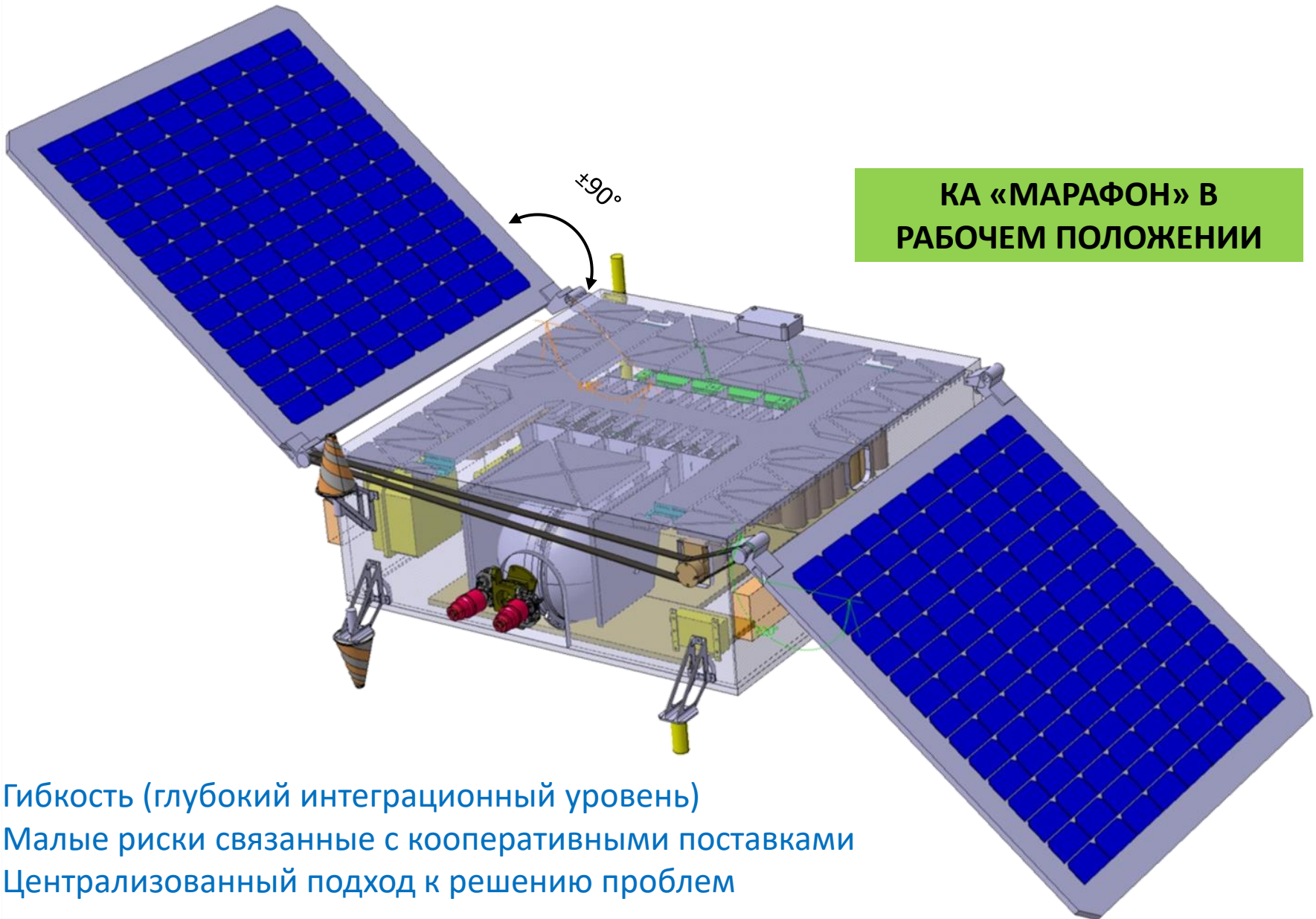
РН Куайчжоу-11 (КНР)

**На этапе аванпроекта будет проведен анализ вариантов поэтапного формирования ОГ МСПД «Марафон IoT», характеристики орбитальной группировки, НКУ и земного сегмента в полном составе и сформированы технико-экономические требования к РКК**



Наименование этапа, содержание работ	Дата окончания выполнения работ (этапа работ)
Аванпроект	4 кв. 2020
Эскизный проект	2 кв. 2021
Эксперимент с использованием МКС	1 кв. 2021
Выпуск конструкторской документации	1 кв. 2022
Изготовление опытных образцов бортовых модулей и оборудования земного сегмента, проведение НЭО	1 кв. 2022
Изготовление опытного образца КА, проведение НЭО	2 кв. 2022
Разработка и изготовление линии сборки и испытаний КА на заводе-изготовителе	2 кв. 2022
Создание технического комплекса КА	1 кв. 2023
Изготовление и запуск 6 КА демонстраторов	2 кв. 2023
Изготовление и запуск 50% орбитальной группировки (для обслуживания регионов выше 50° с.ш.)	3 кв. 2024
Создание и ввод в штатную эксплуатацию земного сегмента системы	3 кв. 2024
Проведение летных испытаний, формирование наземного комплекса управления и центра сопряжения системы связи координирующего, отработка протоколов и оборудования земного сегмента, соглашения с наземными операторами	4 кв. 2024
Изготовление и запуск КА для формирования полной ОГ (для обслуживания регионов выше 50° с.ш.)	4 кв. 2025
Развитие системы «Марафон IoT» для глобального обслуживания	2025 – 2028
Восполнение спутниковой группировки системы «Марафон IoT»	2028 – 2030

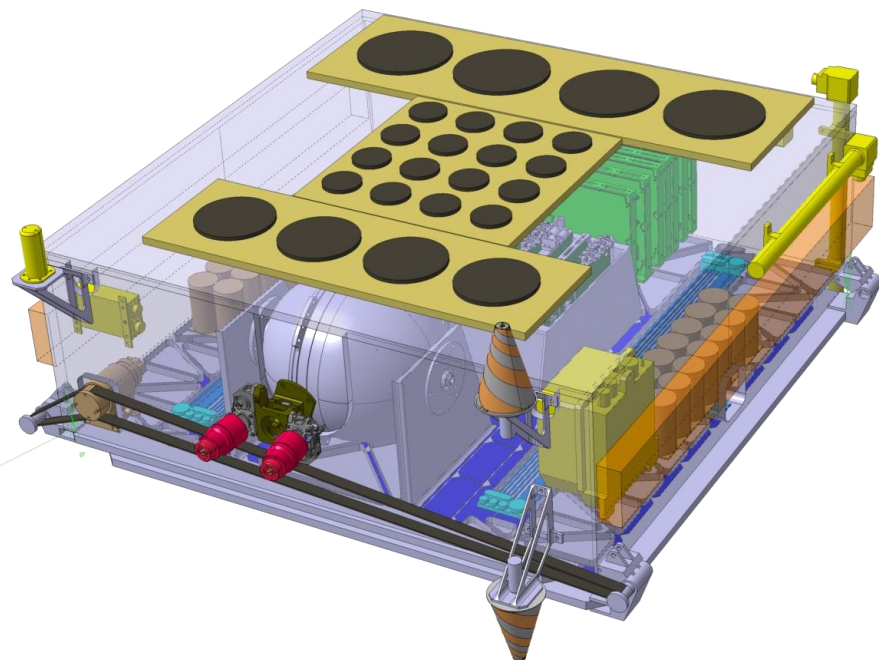




**КА «МАРАФОН» В РАБОЧЕМ ПОЛОЖЕНИИ**

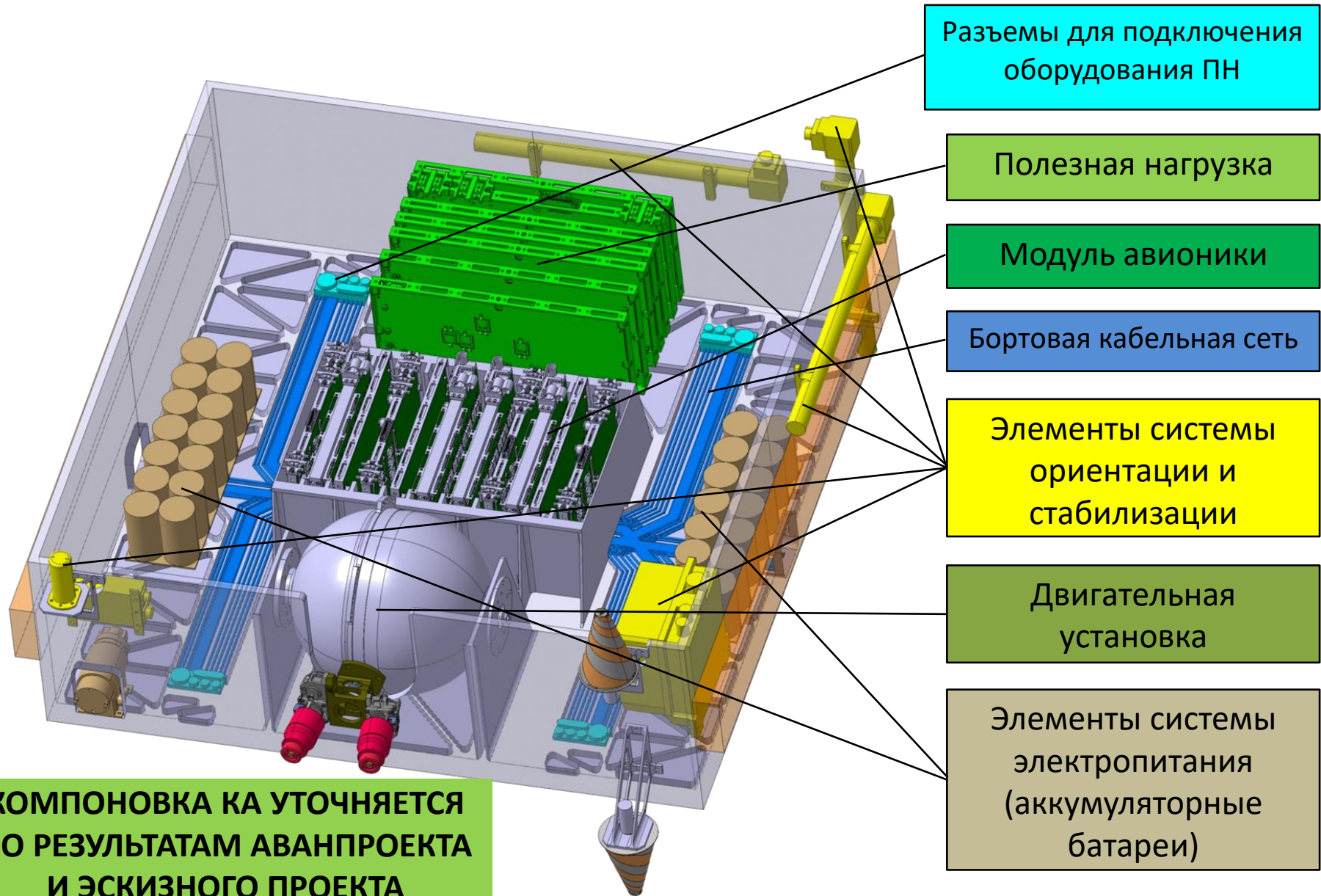
- ✓ Гибкость (глубокий интеграционный уровень)
- ✓ Малые риски связанные с кооперативными поставками
- ✓ Централизованный подход к решению проблем

## Основные характеристики КА «Марафон»

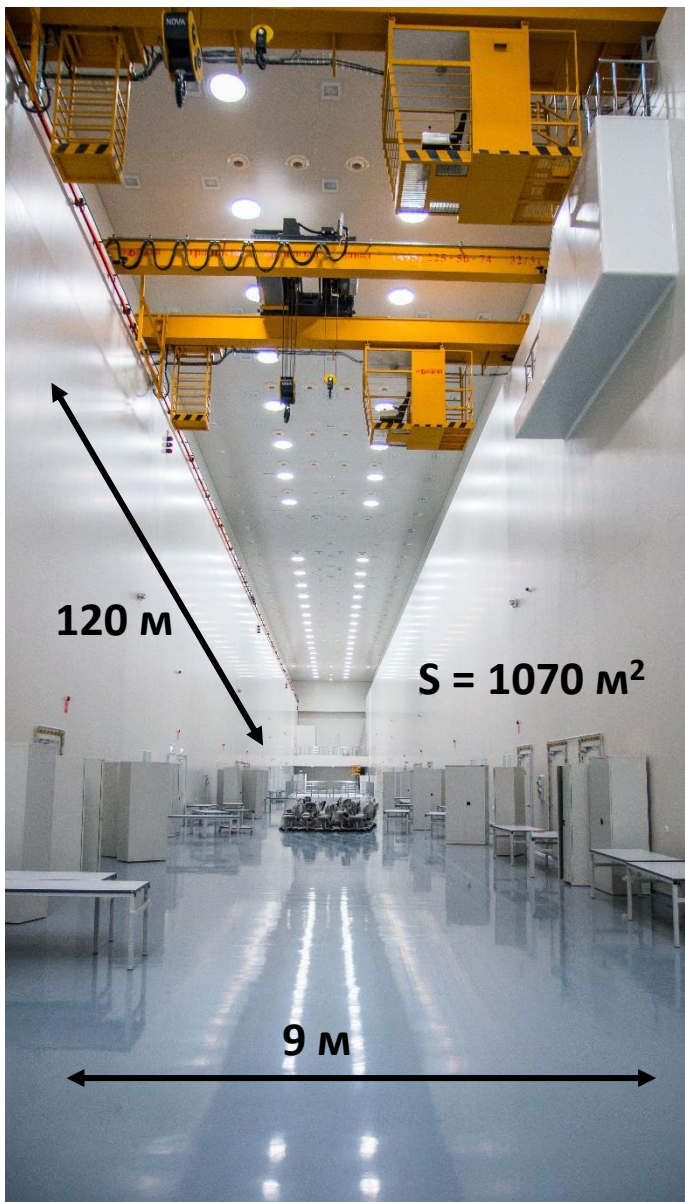


**ТТХ КА УТОЧНЯЮТСЯ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ  
АВАНПРОЕКТА И ЭСКИЗНОГО ПРОЕКТА**

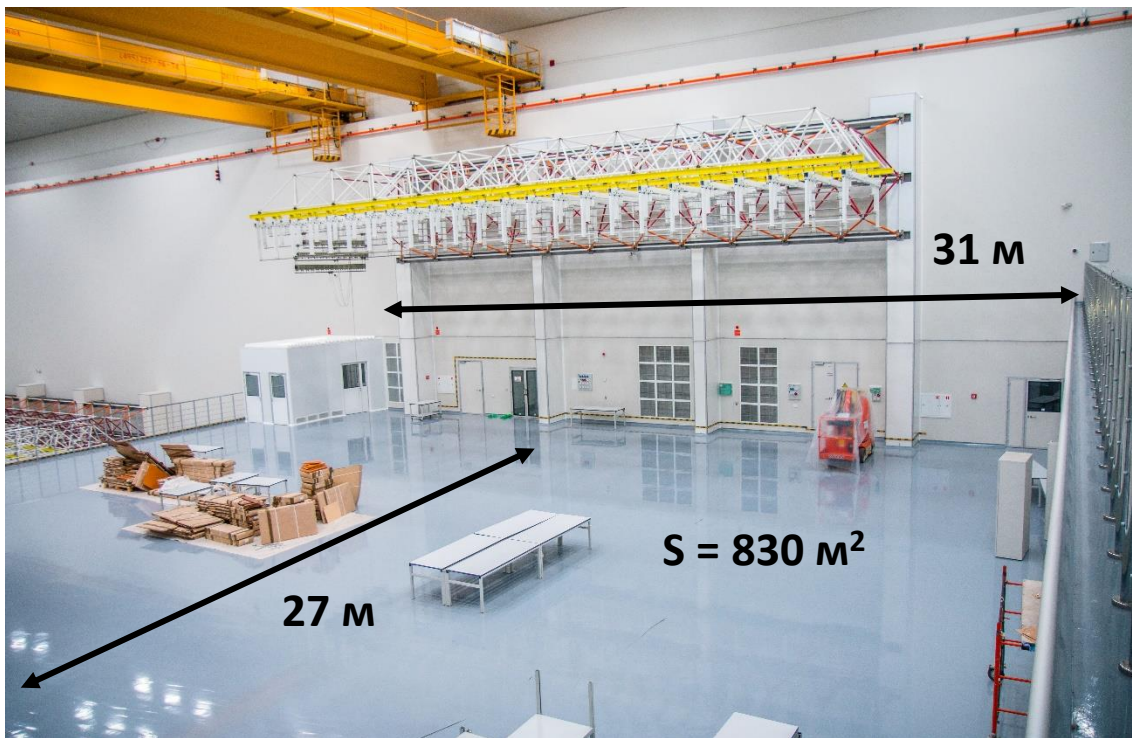
Характеристика	Значение
Масса КА, кг	50
Масса ПН, кг	15
Мощность выделяемая для полезной нагрузки, Вт	75
Конструктивное исполнение	Негерметичное
Система терморегулирования	Пассивная, тепловые трубы
Тип ориентации Точность ориентации по каждой оси, град	Трехосная активная $\pm 3$
Система коррекции	ЭРДУ/ТКД/Пневмосистема
Габаритные размеры, мм (стартовое положение)	750x750x325
САС КА на базе платформы, лет	4-5 (с доведением до 7)
Стоимость серийного КА на заводе-изготовителе	Не более 35 млн. руб.







Для организации серийного производства космических аппаратов будут задействованы площади одного из корпусов АО «ИСС»



На этапе аванпроекта будет проведен анализ схемы прохождения сборки и испытаний КА с оценкой времени



В рамках опережающих работ АО «ИСС» совместно с АО «ВИСАТ-ТЕЛ» были подготовлены проекты ТТЗ на ОКР, ТЗ на аванпроект, план-перспектива аванпроекта, план-графика опережающих работ и аванпроекта

УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель генерального  
директора по развитию орбитальной  
группировки и перспективным проектам  
Госкорпорации «Роскосмос»

\_\_\_\_\_ Ю.М. Урличич

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2020

УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель генерального  
директора по развитию орбитальной  
группировки и перспективным проектам  
Госкорпорации «Роскосмос»

\_\_\_\_\_ Ю.М. Урличич

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2020

**Техническое задание на аванпроект  
«Создание низкоорбитальной многоспутниковой системы  
передачи данных «Марафон IoT»**

Шифр ОКР: «Марафон IoT»-АП

**ТАКТИКО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ  
на опытно-конструкторскую работу**

«Создание низкоорбитальной многоспутниковой системы  
передачи данных «Марафон IoT»

Шифр ОКР: «Марафон IoT»

Федеральная космическая программа России на 2016–2025 годы

СОГЛАСОВАНО

Генеральный конструктор по  
автоматическим космическим системам  
и комплексам – заместитель  
генерального директора ЦНИИмаш

\_\_\_\_\_ В.В. Хартов

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2020

СОГЛАСОВАНО

Генеральный конструктор по  
автоматическим космическим системам  
и комплексам – заместитель  
генерального директора ЦНИИмаш

\_\_\_\_\_ В.В. Хартов

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2020

План-перспектива ПЗ Аванпроекта на создание МСПД «Марафон IoT»

Часть ПЗ	Содержание
Книга 1	МСПД «Марафон IoT»
	Приложение 1 - Уточненный проект ТТЗ на МСПД «Марафон IoT»
	Приложение 2 - Предложения по упрощенным процедурам нормативно-технических и нормативно-правовых документов, регламентирующих работы по созданию МСПД «Марафон IoT»
Книга 2	Услуги (сервисы) и их прогнозируемые ценовые параметры с учетом этапов (вариантов) создания МСПД «Марафон IoT».
Кн.2.Том 1	Аналитические исследования рынка услуг МСПД «Марафон IoT»
Кн.2.Том 2	Этапы, варианты и сроки создания МСПД «Марафон IoT»
Кн.2.Том 3	Технико-экономические показатели проекта, предложения для инвесторов
Книга 3	Общесистемные параметры МСПД «Марафон IoT»
	Приложение - Результаты энергетических оценок радиолиний и емкости системы для основных и опциональных функционалов
Книга 4	Космический сегмент МСПД «Марафон IoT»
Кн.4.Том 1	Построение орбитальной группировки
Кн.4.Том 2	Космический аппарат
Часть 1	Приложение 1 - Проект ТЗ на космический аппарат
Кн.4.Том 2	Платформа космического аппарата
Часть 2	Приложение 2 - Проект ТЗ на космическую платформу
Кн.4.Том 3	Полезная нагрузка космического аппарата
Часть 1	Приложение - Проект ТЗ на ПН
Кн.4.Том 3	ПН КА. Бортовые модули ПН IoT LoRa ISM и IoT LoRa S
Часть 2	Приложение 1 - проект ТЗ на модуль ПН IoT LoRa ISM
	Приложение 2 - проект ТЗ на модуль ПН IoT LoRa S
Кн.4.Том 3	ПН КА. Бортовой модуль фидерной линии
Часть 3	Приложение - Проект ТЗ на модуль фидерной линии
Кн.4.Том 3	ПН КА. Опциональные модули
Часть 4	Приложение - Проекты ТЗ на опциональные модули ПН
Кн.4.Том 3	Антенная система.
часть 5	Приложение - Проект ТЗ на антенную систему
Кн.4.Том 4	Наземный комплекс управления
	Приложение - Проект ТЗ на НКУ
Книга 5	Анализ и выбор оптимальных вариантов пусковых услуг для обеспечения формирования и поддержки орбитальной группировки МСПД «Марафон IoT».
	Приложение - Проект ТЗ на пусковые услуги
Книга 6	Земной сегмент
Кн.6.Том 1	Центр сопряжения системы связи координирующий
	Приложение - Проект ТЗ на ЦСССК
Кн.6.Том 2	Региональные станции сопряжения
	Приложение - Проект ТЗ на РСС
Кн.6.Том 3	Абонентские средства потребителей услуг и сервисов на базе технологии LoRaWAN
Часть 1.1	Приложение - Проект ТЗ АСП с учетом функциональных задач и сервисов
Кн.6.Том 3	Абонентские средства потребителей. Датчики физических величин и процессов сервисов на базе технологии LoRaWAN
	Часть 1.2
Кн.6.Том 3	Абонентские средства потребителей услуг и сервисов АЗН-В, АИС, дифференциальных поправок ГНСС
	Часть 2
Книга 7	Радиочастотное обеспечение
	Приложение - ТЗ на РЧО МСПД «Марафон IoT»
Книга 8	Патентные исследования
Книга 9	Организация серийного производства СЧ и формирования орбитальной группировки
Книга 10	Демонстрационные спутники и эксперименты
Книга 11	Применяемая ЭКБ
Книга 12	Моделирование сети МСПД «Марафон IoT»

# ПЕРЕЧЕНЬ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ СОИСПОЛНИТЕЛЕЙ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ АВАНПРОЕКТА ПО СОЗДАНИЮ МСПД «МАРАФОН IoT»



РОСКОСМОС



РЕШЕТНЕВ  
АО «ИСС»

АО «ИСС» (Железногорск)	Головное предприятие, разработка и создание космического сегмента, производство КА	+
АО «ВИСАТ-ТЕЛ» (Москва)	Системные сетевые решения, разработка ПН КА, разработка и создание земного сегмента, оборудования земного сегмента	+
МФТИ (Долгопрудный)	Датчики для абонентских устройств потребителей и ПО приложений	+
ИКЦ Северная Корона (С.Петербург)	Моделирование зон обслуживания и размещения станций сопряжения	+
ООО Лаборатория Интернета Вещей (Новосибирск)	Технические сетевые решения LPWAN Lora	+
НТЦ «Модуль», АО «ИРЗ», Геофизика Космос, ООО «НПП Астроориентир», НГУ, ФГУП «НИИР»	Разработка модулей	+
НП «ГЛОНАСС» (Москва)	Решения по социальным приложениям спутникового IoT, АЗН-В, АИС	+
АО «НИИРФ» (Москва)	Антенные многолучевые системы КА, оборудование земного сегмента	+
ООО «Мэтрикс Вейв» (С. Петербург)	Моделирование антенных излучателей абонентских средств потребителей	+
ООО «Рексофт» (С. Петербург)	Сетевое ПО станций сопряжения и ПО приложений	+
ООО «J'son & Partners Consulting» (Москва)	Маркетинговые исследования	+
АО «Гонец» (Москва)	Межспутниковая линия управления и контроля	+
АГАТ	Технико-экономические показатели проекта	+
ФГУП НИИР (Москва)	Радиочастотное обеспечение	+
ПАО МТС (Москва)	Операторские решения, сопряжение с ядром сети	+
ФГУП «Космическая связь» (Москва)	Операторские решения, инфраструктура КЦ	+
МОКС «Интерспутник» (Москва)	Привлечение зарубежных операторов	+
ООО «АРД» (Москва)	Поставки оборудования для станций сопряжения	+
ООО «Технологии Радиосвязи», ПАО «Радиофизика»	Доработка антенных систем для станций сопряжения и НКУ	+



На МКС (внутри и снаружи )



подлежат  
установке  
оконечные  
устройства  
LoRaWAN



+ антенны  
и типовые опрашиваемые датчики

Оконечные устройства **LoRaWAN** обеспечивают опрос типовых датчиков (температура, давление, влажность, тревожные кнопки) и формируют соответствующие пакеты данных



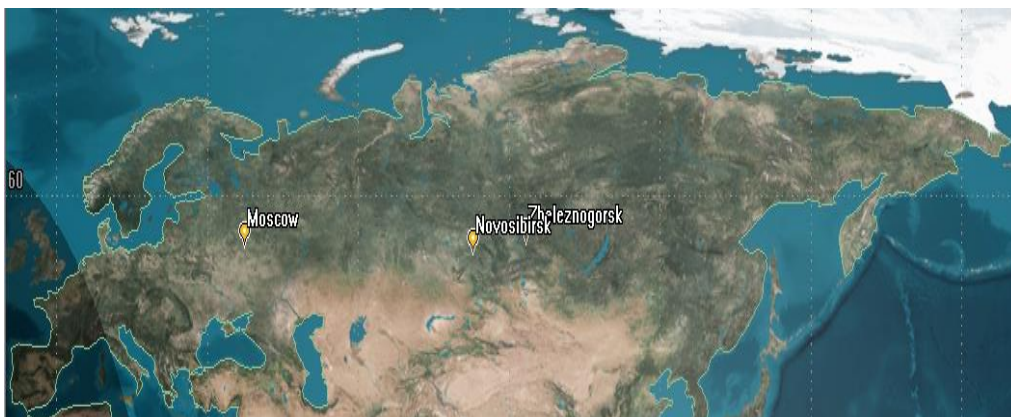
Сформированные пакеты данных от оконечных устройств **LoRaWAN** через подключение к АФС МКС отправляются по космической радиолинии на базовые станции **LoRaWAN**, расположенные в Москве, Новосибирске и Железногорске  
*В тракте приёма базовых станций (на выходе антенн) производится анализ принятых сигналов в спектральной и временной областях*



Базовые станции через интернет передают принятые пакеты данных на сетевой сервер **LoRaWAN** (устанавливается в Железногорске), где с использованием специализированного ПО производится выделение целевой и служебной информации с датчиков и оконечных устройств



Оконечные устройства LoRaWAN разрабатываются на базе типовых модемов с соответствующими конструктивными, схематехническими и софтверными доработками кооперацией ЛИВ (г. Новосибирск) и АО «ИСС»



Среднее время радиовидимости МКС из точек установки базовых станций составляет 5 минут на витке (для угла места более 10°)см

**Цель эксперимента:** на основании принятой на сетевом сервере целевой информации с учётом результатов анализа принятых на базовых станциях сигналов и данных от экипажа МКС (условия размещения оконечных устройств и датчиков) **сформировать заключение о перспективах адаптации технологии LoRaWAN для использования в космических системах связи**



РОСКОСМОС



**РЕШЕТНЕВ**  
АО «ИСС»

---

# Спасибо за внимание!